

冲绳海槽北部晚更新世以来孢粉组合及古环境演变

张文卿

(中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所)

摘要: 本文通过对我国东海CSH1 1732 厘米厚沉积剖面的孢粉分析, 获得古植物群演替达 18 次之多, 反映古气候变化明显冷暖气候旋回 3 次。其中有 2 次温暖期, 1 次较干冷期。结合¹⁴C 龄数据计算晚更新世与全新世界线在 176 厘米, 这一界线与孢粉植物群、古气候与古环境等分界线较为吻合。

关键词: 孢粉 植物群 环境变化 气候变化 晚更新世-全新世 我国 东海

一、前言

冲绳海槽北部属我国东海, 于 1997 年 10 月由国家海洋局第一海洋研究所执行“海洋勘测专项”时取得地 CSH1 剖面样品。CSH1 剖面位于北纬 31. 13 733N, 东经 128. 43. 471E。现水深 703 米, (图 1)。水底为广阔而平缓向海倾斜东海陆架。该区现为亚热带向暖温带过渡带, 属海洋性气候。

目前条件下, 主要通过沉积物中所含孢粉组合的分析来研究不同地质时期的。古气候变化。较长时期的连续性气候变化, 会影响到当地自然环境的变化, 植物群落的变化又往往是自然环境变化中最为敏感的因子。由于海洋中不生长有花植物, 从样品分析出的孢子和花粉, 所代表的植被为近岸或入海河流流域的植被, 能反映当时较大区域的环境变化。本文是配合《东海晚第四纪高分辨率古环境与古气候演变序列》课题对 CSH1 钻孔剖面做了详细的孢粉分析。该剖面厚 1732 厘米, 岩性为灰色亚粘土 亚沙土, 中砂 细砂质粉土。全剖面共采孢粉样品 114 块, 样品间距为 8-12 厘米不等。样品经室内处理后发现剖面的每块样品的孢粉含量都很丰富, 种属较多。孢粉组合总的特征是: 木本植物共有 36 个科属, 以松属 (*Pinus*)、栎属 (*Quercus*) 为主; 草本植物共有 17 个科属则以蒿属 (*Artemisia*) 占主要百分比; 蕨类孢子含量低, 种属较单调, 有石松科 (*Lycopodiaceae*)、水龙骨科 (*Polypodiaceae*)、凤尾蕨科 (*Pteridaceae*) 等几科属。现将孢粉分析结果按各自不同特征划分为 6 个大的孢粉组合带分述如下:

二 孢粉组合带

经分析所得全剖面自下而上可划如下各带 (图 2)。

带 1 松-蒿-藜-栎为主带 (埋深 1730—1516 厘米)

本带木本植物花粉含量高于草本植物花粉和蕨类孢子含量, 木本植物又以松属占主要百分比。根据自下而上孢粉含量变化可划分为 4 个亚带; 亚带 1: (埋深 1730-1620 厘米), 木本植物花粉为孢粉总数的 61%, 以针叶树为主, 落阔叶树含量较低, 还有铁杉属 (*Tsuga*), 落阔叶树含量较低, 有桤木属 (*Alnus*)、桦属 (*Betula*)、榛属 (*Carylus*)、榆属 (*Ulmus*)、胡桃属 (*Juglans*)、枫杨属 (*Pterocarya*)、落叶栎 (*Qercus*)、栗属 (*Castanea*) 及少量的枫香属 (*Liquidambar*)、无患子科 (*Sapindaceae*), 灌木有蔷薇科 (*Rosaceae*)、麻黄属 (*Ephedra*); 草本植物花粉占 30. 5%, 以蒿属为主, 十字花科 (*Cruciferae*)、茜草科 (*Rubiaceae*)、藜科 (*Chenopodiaceae*) 少量参加; 组成针阔叶混交森林草原植被。1732 厘米处绝对年龄测定为 47000 年。亚带 2: (埋深 1620-1580 厘米), 针叶乔木松属花粉含量增加, 占本亚带孢粉总数 65. 3%, 落叶乔木及草本植物花粉含量降低, 草本植物花粉占 18. 2%, 组成以针叶树为主的森林植被; 亚带 3: (埋深 1580-1548 厘米), 本亚带落叶乔木属种及含量明显升高, 松属由亚带 2 的 65. 3% 降到 55. 4%, 木本植物花粉占 72. 5%, 除松属外有铁杉属、桦属、桤木属、鹅耳枥属、榛属、榆属、胡桃属、落叶栎、栗属等; 草本占 21. 0%, 有蒿属、藜科、十字花科及少量水生莎草科、香蒲属等组成针叶、落阔叶混交森林植被。亚带 4: (埋深

1548-1516 厘米), 本亚带为松属优势带, 占孢粉总数的 78.4%, 木本植物花粉占孢粉总数的 84.8%, 植物种属和亚带 3 相比差异不大, 代表以针叶树为主的森林植被。

带 2: 松-蒿-藜-栎-铁杉为主带 (埋深 1516-1240 厘米)

本带草本植物蒿属、藜科花粉含量上升, 乔木松属花粉所占百分比下降, 根刷孢粉组合特征可分为 3 个亚带; 亚带 1: (埋深 1516-1368 厘米), 本亚带木本植物花粉占 62.5%, 其中松属为 51.8%, 次之有铁杉属、桦属、桤木属、胡桃属、落叶栎及少量冷杉属 (*Abies*)、鹅耳枥属 (*Carpinus*); 草本植物占 28.7%, 以蒿属、藜科、菊科、十字花科、茜草科为主; 其余为蕨类孢子, 组成针叶、落阔叶混交林草原植被。亚带 2: (埋深 1368-1288 厘米) 木本植物花粉占 57.8%, 松属为 45.1%, 冷杉、铁杉、桦属、胡桃属、落叶栎、枫杨属少量参加, 草本植物花粉含量较前带有所增加, 为 32.0%, 以蒿属、藜科为主, 水生植物含量较低, 有莎草科、香蒲; 蕨类孢子只占 10.2%, 组成针阔叶混交森林草原植被。亚带 3: (埋深 1288-1240 厘米) 本亚带木本植物含量增加, 占孢粉总数的 69.1%, 松属为 55.7%、还有铁杉属、桦属、桤木属、胡桃属及灌木蔷薇科等, 草本植物占 24.2%, 以中旱生植物蒿属 (16.0%) 为主, 次之为藜科、菊科、莎草科、十字花科、茜草科、伞形科; 蕨类孢子少量出现。代表以针叶树为主的针阔叶混交森林植被。在 1284 厘米处绝对年龄测定为 43600 年。

带 3: 松-铁杉-栎-蒿-十字花为主带 (埋深 1240-936 厘米)

本带木本植物花粉含量上升, 松属花粉含量为本剖面含量最高带, 铁杉、落叶含量也相应增加, 草本植物花粉含量明显下降。可划分为 2 个亚带, 亚带 1: (埋深 1240-1036 厘米) 木本植物花粉占本亚带孢粉总数的 77.8%。松属花粉为主, 占孢粉总数 63.4%, 还有云杉属、铁杉属、油杉属、桦属、胡桃属、枫杨属、落叶栎、栗属, 灌木有蔷薇科、麻黄科, 常绿阔叶树种零星出现; 草本植物花粉占 15.6%, 蒿属为主。藜科、菊科、十字花科均有一定含量, 水生草本莎草科在中部断续出现。蕨类孢子有石松、凤尾蕨科、水龙骨科; 组成以针叶树为主的针阔叶混交森林植被。亚带 2: (埋深 1036-936 厘米) 本亚带木本植物花粉含量由亚带 1 的 77.8% 降低到 59.3%, 松属 (43.4%) 为主, 并有云杉、铁杉、油杉、桦属、胡桃属、枫杨属、落叶栎、栗属、蔷薇科、麻黄属等参加; 草本植物花粉仅占 33.7%, 藜科、菊科、蒿属、十字花科、茜草科均有一定含量, 蕨类孢子仅占 6.5%, 为针阔叶混交森林草原植被。在 1002 厘米处绝对年龄测定为 34200 年。

带 4: 蒿-松-栎-藜为主带 (埋深 936-392 厘米)

本带阔叶树落叶栎、常绿栎、栗属含量上升, 草本植物花粉蒿属含量继续上升, 针叶树种有所减少。可划分为 3 个亚带。亚带 1: (埋深 936-604 厘米) 木本植物花粉占孢粉总数的 47.4%, 除松属 (25.4%) 外还有暖温带常见的铁杉、桦树科、落叶栎、栗属、胡桃属及少量生长在热带的植物常绿栎、杜英科等; 草本植物占 42.4%, 蒿属为主, 藜科、菊科、十字花科、茜草科、茄科均占一定百分比。蕨类孢子较少出现。代表阔叶为主的针阔叶混交林草原植被。在 676 处绝对年龄测定为 22400 年。亚带 2: (埋深 604-536 厘米) 本亚带孢粉含量高, 属种繁多, 常绿阔叶树、落阔叶树、中湿生及水生草本含量增加。针阔叶树种大幅度减少。木本植物花粉占本亚孢粉总数的 41.7%, 松属仅为 18.9%, 在本剖面中第一次低于落阔叶及常绿阔叶树的含量, 有桦属、桤木属、榛属、榆属、胡桃属、落叶栎、常绿栎、栗属、蔷薇科; 草本植物花粉占孢粉总数的 50.9%, 蒿属 (32.3%) 为主, 次之有藜科、菊科、莎草科、禾本科、十字花科、香蒲属、豆科、茜草科、伞形科; 蕨类孢子占 7.4%, 有石松科、卷柏科、水龙骨科; 组成落阔叶、常绿阔叶为主的针落叶混交林草原植被。亚带 3: (埋深 536-392 厘米) 本亚带木本植物花粉占 50.2%, 以松属 (27.4%) 为主, 落叶栎 (8.7%)、还有云杉属、桦属、榛属、常绿栎等, 灌木有蔷薇科、麻黄属; 草本植物花粉占 42.8%, 以蒿属为主, 还有藜科、菊科、莎草科、茜草科、十字花科、香蒲属;

蕨类孢子占 7.0%，有水龙骨科，组成针阔叶混交林草原植被。

带 5：松-落叶栎-蒿为主带（埋深 392-112 厘米）

本带为蒿属优势带。可分为 3 个亚带。亚带 1：（埋深 392-176 厘米）本亚带草本植物花粉含量首次高于木本植物花粉含量，占孢粉总数的 48.9%，蒿属（38.8%）为主，其次有藜科、菊科、十字花科、茜草科及少量的水生植物莎草科。木本植物占 41.2%，松属为主，并伴有少量的铁杉、栎属、栗属、云杉、桦属、胡桃属植物。蕨类孢子为 9.9%，有凤尾蕨科等组成针阔叶混交林草原植被。在 362 厘米处绝对年龄测定为 17350 年。亚带 2：（埋深 176-152 厘米）本亚带木本植物花粉含量由亚带 1 的 41.2% 上升到 55.8%，有松属（38.2%）、铁杉、落叶栎、常绿栎、栗属；草本植物花粉含量下降至 36.6%，有蒿属（26.8%）、藜科、十字花科组成针阔叶混交森林草原植被。在 176 厘米处绝对年龄测定为 11000 年。亚带 3：（埋深 152-112 厘米）本亚带蕨类孢子含量增加，占孢粉总数的 21.0%，有凤尾蕨科、水龙骨科；木本植物仍占主要百分比，为 51.6%，有松属（28.5%）、云杉属、桦属、桤木属、胡桃属、栎属、杜英科，灌木主要是蔷薇科；草本植物含量降低为 27.4% 主要是蒿属、十字花科等组成针阔叶混交林草原植被，气候温和较干。

带 6：松-栎-栗-石松-水龙骨科为主带（埋深 112-6 厘米）

本带为木本植物优势带，蕨类孢子含量继续增加，灌木和草本植物含量下降。可划分为 3 个亚带。亚带 1：（埋深 112-80 厘米）本亚带为木本植物占优势，以松属（48.3%）为主，次之有铁杉属、桦属、胡桃属、栎属及少量的云杉属、油杉属桤木属、枫杨属；蕨类孢子占 24.1% 有石松科、水龙骨科。草本植物少量出现，有蒿属、菊科、禾本科；组成针阔叶混交森林，气候温暖较湿。亚带 2：埋深 80-56 厘米）本带蕨类孢子含量增加到占孢粉总数的 35.2%，有石松科、凤尾蕨科、水龙骨科、单缝孢子、三缝孢子。木本植物含量下降到 51.1%，常绿阔叶、落阔叶树的种类及含量上升，有铁杉、桦属、桤木属、鹅耳枥属、榆属、椴属、棕櫚属、松属、蔷薇科；草本植物花粉占 13.8%，有蒿属、十字花科等组成针阔叶混交森林，林下有蕨类植物生长，说明当时气候温暖潮湿。亚带 3：（埋深 56-6 厘米）本亚带木本植物花粉占孢粉总数的 72.8%，且前期针叶树种含量高于阔叶树，界限在 24 厘米上。24 厘米至 4 厘米段阔叶树种含量高于针叶树种，有松属、冷杉属、铁属、榆属、胡桃属、栎属、栗属、黄杞属、木樨属，灌木有蔷薇科、麻黄属；草本植物花粉占 5.5%，有藜科、菊科等；蕨类孢子占 21.7%，有石松科、凤尾蕨科、水龙骨科，前期为针叶树为主的森林植被，后期是以阔叶树为主的针阔叶混交森林植被。

三 地质时代与古植被及古环境

从上述 6 个孢粉带 18 个孢粉亚带及¹⁴C绝对年代测定数据来探讨我国东海及近岸(CSH1 剖面)晚更新世(47000 年来)与全新世时代划分。植物群落演替气候环境变迁等都有一定的科学意义。它可以阐明东海及近岸地区 47000 年来自然环境演变的基本过程。

从孢粉的百分比图不难看出 CSH1 剖面有三个明显的气候环境变化阶段。自下而上为 1732 厘米-930 厘米段，¹⁴C绝对年龄测得年龄为 47000-30000 年，其孢粉组合为以针叶树为主的针阔叶混交森林植被，落阔叶树和草本植物向上有增加的趋势。本段包括孢粉带 1、孢粉带 2 和孢粉带 3，9 个孢粉亚带主要表现了明显干-湿变化。其变化过程为温暖稍湿-温暖稍干-温暖较湿-温暖稍干-温暖稍湿-温暖湿润-温暖稍干-凉较湿润-温和稍湿。有孔虫在 1732-684 厘米段暖水种 *P.obliquiloculata*、*G.sacculifer*、*G.menardii*、*G.conglobatus* 为主。在 1600 厘米左右出现高值，向上逐渐减少（据国家海洋局第一海洋所硕士论文），这反映了气候由暖向冷是波动变化的。相当于氧同位素 3 期。

930 厘米-176 厘米段，¹⁴C测年 362 厘米处测得年龄为 17350 年。孢粉组合中针叶树松属明显减少。落叶阔叶栎属、栗属，草本植物蒿属、十字花科、茜草科等大幅增加。组成以落阔叶树为主的针阔叶混交林草原植被。本段包括孢粉带 4 及孢粉带 5 的第一亚带，变化过程

为凉稍湿-温和较干-温暖稍湿-暖较干。有孔虫为冷水种类含量较高,尤其是在 500 厘米-204 厘米段 *N.pachyderma*、*G.quinqueloba*、*G.inflata* 几乎同步增高。以上证据证明在 19000 年时间段气温较低,但也有冷、暖或干、湿波动,幅度不大。相当于氧同位素 2 期。

176 厘米-4 厘米段, ^{14}C 测年在 176 厘米处为 11000 年。孢粉组合中针叶树松属、落叶阔叶属种落叶栎、栗属、常绿阔叶、灌木蔷薇科、蕨类孢子石松科、凤尾蕨科、水龙骨科等的含量明显增加。草本植物蒿属、藜科大幅减少,植被为多层次的针阔叶混交森林。气候变化过程是凉较干-温暖稍干-温暖较湿-温暖稍干-温暖湿润。有孔虫几乎所有属种均为暖水种。这些证据都显示出次段前期气候较凉干,后期为温暖潮湿。相当于氧同位素 1 期。

如果将全新统底 (Q_4^1) 与晚更新统顶 (Q_3^3) 划在 176 厘米,时间为 11000 年。在这一时间前经历了晚更世后期 (Q_3^3) 第四纪来规模最大的一次冰期,即我国的中大理冰期(晚黄海冷期),所形成的低海面(徐家声等,1981)。经过孢粉带 5 的亚带 2 和亚带 3 的气温回升期,即早全新世 (Q_4^1)。进入孢粉带 6 的亚带 1 和亚带 2 的温暖湿润气候,即全新世大暖期为中全新世 (Q_4^2)。孢粉带 6 的亚带 3 为晚全新世 (Q_4^3)。

从孢粉带 1 的亚带 1 的孢粉组合所反映气候看晚更新世以来的第一副冰期(王开发等)已经结束,时间晚于 47000 年。孢粉带 1 的亚带 2、亚带 2 和孢粉带 2、孢粉带 3 代表第一副间冰期,气候温暖较湿。持续时间为 4.7-3 万年左右。孢粉带 4 和孢粉带 5 的亚带 1 孢粉组合反映干较凉的气候,持续时间为 3-1.1 万年左右。

由上述,CSH1 剖面孢粉组合带基本反映了我国东海及近岸地区晚更新世以来植物群演替和气候变化主要过程,因此本剖面为该区第四纪研究提供了可信的科学论据。

四、结论

综上所述可以出如下几点结论:

1. 晚更新世与全新世的界线应在 176 厘米附近。其上下个各种自然环境都有明显差异,特别是孢粉组合及其所含植物孢粉成份差异较大,故可作为 Q_3 - Q_4 分界线。
2. 晚更新世大的气候有 1 次温暖较湿和 1 次凉干变化,其间有许多小的干、湿,冷、暖气候波动。温差约在 5°C 左右。
3. 全新世气候变化比晚更新世气候变化频繁,由初期的温和较干-温暖较干到中期温暖湿润(即全新世大暖期)再到晚期的温和湿润-温暖稍干。
4. 从剖面的所有孢粉组合所反映的气候来看晚更新世和全新世气候的冷暖变化差异不大,干湿变化较频繁。这可能跟该区在第四纪时期始终处于冰川外围并且从未出露过水面有关。

参考文献

1. 徐家声, 高建西, 谢福缘, 1981。最末一次冰期的黄海—黄海古地理若干新资料获得及研究。中国科学, 第 5 期, 605—613 页
2. 徐馨, 1989。我国东部晚第四纪气候演变。(冰川冻土), 11 (1): 10—19
3. 施雅风, 孔昭宸, 1983。中国全新世大暖期气候与环境。1—8 页, 海洋出版社
4. 国家海洋局第一海洋研究所硕士学位论文, 冲绳海槽北部晚更新世以来古环境演化。
5. 秦蕴珊等, 东海地质, 178—182 页, 科学出版社

Polynological Assemblages and Palaeoenvironmental Changes in Our-country East-sea Since the Late Pleistocene

Zhang Wen-qing

(Institute of Hydrogeologic and Engineering Geologic Techniques; Baoding 071051)

Abstract: About 18 palaeobotanical evolutionary events have been identified based on the polynological analyses of the sediments of 1732cm thick in the borehole CSH1 section. They indicate that more than 18 climatic cool-warm changes including 1 frigid climatic periods and humid warm(hot) periods occurred since the Late Pleistocene. The boundary of the upper Pleistocene and Holocene is at the depth of 176 cm in the section based up the average deposition rate (mm/a), which resulted from ¹⁴C isotope ages of the sediments about 176 cm in depth. This boundary coincides with the palynological, palaeoclimatic and palaeoenvironmental data..

Keywords: Polynofloras, Palaeoenvironmental evolution, Palaeoclimatic change, Late Pleistocene-Holocene, Our-country, East-sea